

An aerial photograph of a city, likely Cologne, Germany, showing a dense urban area with a river (Rhine) flowing through it. A large stadium is visible in the lower center. The word "Geoda" is overlaid in the top right corner.

Geoda



aten

auf Bestellung

Das RapidEye Science Archive RESA

Von Dr. rer. nat. Erik Borg und Michael Oxfort

Der harte Winter setzte den Fahrbahnen zu – welche Passstraßen wurden so stark beschädigt, dass sie nicht mehr passierbar sind? Die Frühjahrsstürme peitschten die Wellen gegen die Küsten – mit welchen Folgen? Ein Waldbrand wütete – wie groß ist die geschädigte Fläche? – Aktuelle und flächendeckende Geoinformation werden benötigt, von Entscheidungsträgern in der Politik und auch in der Wirtschaft. Diese kostengünstig zu liefern ist das Geschäft der RapidEye AG. Das brandenburgische Start-up-Unternehmen betreibt fünf Satelliten mit digitalen Kameras. Auf Bestellung können sie jeden Punkt der Welt fotografieren. Das ist nicht nur kommerziell interessant, sondern auch wissenschaftlich. Deshalb hat das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) von der RapidEye AG ein Datenkontingent von insgesamt 29,4 Millionen Quadratkilometer erworben, das in einem Zeitraum von sieben Jahren bereitgestellt werden wird. Der deutschen Wissenschaft stehen diese Daten kostenfrei zur Verfügung. Die Verteilung der angekauften Daten erfolgt durch das RapidEye Science Archive (RESA) des DLR.

Die GMES-Initiative

Die Satellitenfernerkundung ist unverzichtbar als Quelle flächendeckender und aktueller Daten für Umwelt-, Katastrophenschutz- und Sicherheitsbelange. Hierfür haben die Europäische Union (EU) und die Europäische Weltraumorganisation (ESA) das Programm „Global Monitoring for Environment and Security“ (GMES) ins Leben gerufen. Es umfasst den Aufbau einer europäischen Satelliten-Flotte sowie die Bereitstellung operativer umwelt- und sicherheitsrelevanter Dienstleistungen. GMES nutzt dafür nicht nur Satelliten, sondern auch land-, flugzeug- und seegestützte Messsysteme sowie Daten aus den EU-Ländern. Entsprechend vielfältig sind die nationalen Anstrengungen, den Informationspflichten gegenüber der EU kostengünstig und innovativ nachzukommen. In Deutschland wird GMES auf Initiative des DLR durch einige strategische Schnittstellenprojekte begleitet. Zurzeit sind dies DeCOVER (Land-Anwendungen), DeSECURE (Katastrophenschutz) und DeMARINE (Ozean-Anwendungen). Unterstützt werden diese Projekte mit den RapidEye-Daten aus dem Archiv RESA.

Das RapidEye-System wurde am 29. August 2008 gestartet. Alle fünf Satelliten, von denen jeder etwa die Größe eines haushaltsüblichen Kühlschranks hat, wurden mit einer einzigen russischen Dnepr-Rakete in den Orbit gebracht. Seit dem 1. Februar 2009 befindet sich das System im operativen Einsatz und liefert Daten für kommerzielle und wissenschaftliche Nutzer. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat die RapidEye AG mit Finanzmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unterstützt. Als Gegenleistung erhält es jetzt für die deutsche Wissenschaft Satelliten-Bilddaten. Die fünf baugleichen Satelliten, die gleichmäßig auf derselben Umlaufbahn verteilt wurden, umkreisen die Erde in einer Höhe von 630 Kilometern. Der Winkelabstand zwischen den Satelliten beträgt 72 Grad und die Bahnneigung 97 Grad, so dass die Bahn fast über die Pole verläuft.

Infokasten

Das DLR hat mehrere wissenschaftliche Daten-Pools angelegt. Nutzer in Deutschland und in der ganzen Welt erhielten so einen vereinfachten und kostengünstigen, oft sogar kostenfreien, Zugang zu Fernerkundungsdaten. Ein Beispiel dafür ist der LANDSAT 7/ETM+ Scientific Data Pool, bei dem das DLR in Zusammenarbeit mit ESA und Eurimage die Datennutzung im wissenschaftlichen Umfeld stimulieren konnte. Ein weiteres Beispiel ist der TerraSAR-X Scientific Data Pool (<http://sss.terasar-x.dlr.de/>), bei dem das DLR mit der INFOTERRA GmbH zusammenarbeitet. Seit Beginn des Jahres 2009 ermöglicht das DLR nun auch die kostenfreie Nutzung von RapidEye-Daten.

Das erlaubt Beobachtungen bis zum 84. Breitengrad. Jeder Satellit umrundet die Erde ungefähr 15 Mal am Tag. Dabei rotiert die Erde unter der Satellitenbahn hindurch, so dass mit der Zeit alle Punkte der Erde überflogen werden.

Der Abstand der Bodenspuren zweier aufeinanderfolgender Satelliten beträgt am Äquator etwa 540 Kilometer. Damit könnte die Erde in sieben Tagen überflogen werden. Die RapidEye Satelliten sind aber auch noch um plus/minus 25 Grad quer zur Bahn schwenkbar und können somit bei günstigen Licht- und Wetterverhältnissen täglich jeden Punkt der Erde anvisieren – hohe Aktualität bei gleichzeitig hoher geometrischer Auflösung sind am Markt gefragt. Die Bodenauflösung der RapidEye-Kameras erreicht 6,5 Meter bei Nadir-Blickrichtung, also senkrecht unter dem Satelliten. Die gewählte Satellitenbahn ist „sonnensynchron“, das heißt die Bahnebene hat, bezogen auf die Sonnenrichtung, einen konstanten Winkel. Aufeinanderfolgende Überflüge finden ein und denselben Ort dann immer bei nahezu gleichen Lichtverhältnissen vor (von den jahreszeitlichen Schwankungen abgesehen).

Jeder der fünf Satelliten ist mit einer digitalen Kamera ausgerüstet. Entwickelt wurden diese Kameras von der Jena Optronik GmbH unter Mitwirkung von DLR-Experten. Es handelt sich um multispektrale Zeilenkameras. Jeweils 12.000 lichtempfindliche Elemente (CCDs) sind in einer Zeile nebeneinander angeordnet und nehmen das reflektierte Licht der entsprechenden 12.000 Boden-Pixeln gleichzeitig auf. Diese Bodenpixel liegen entlang einer Linie quer zur Flugrichtung und decken bei Nadir-

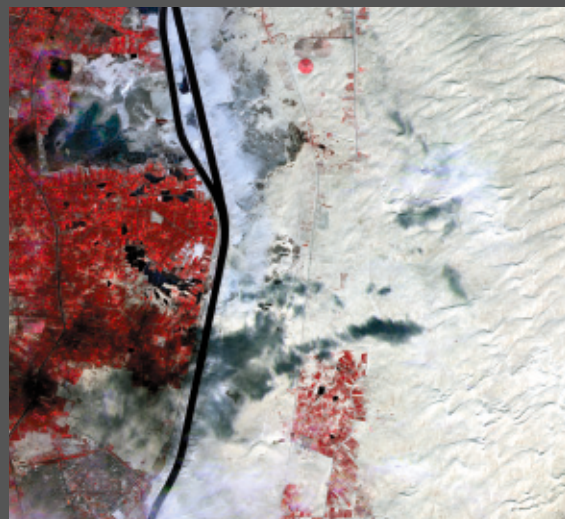
Blickrichtung eine Länge von 77 Kilometern ab. Diese Länge wird auch als Schwadbreite bezeichnet und beschreibt die Breite des Kamerasichtfeldes. Mit der Bewegung des Satelliten auf seiner Flugbahn verschiebt sich dieses zeilenförmige Sichtfeld über die Erdoberfläche und der Satellit tastet somit im Verlauf seines Überflugs ein 77 Kilometer breites Band der Erdoberfläche ab. Jede Kamera besitzt nicht nur eine, sondern fünf solche Sensorzeilen. Diese sind mit verschiedenen Farbfiltern versehen. So beobachten die RapidEye-Kameras die Erde jeweils in fünf verschiedenen Spektral-Bereichen.

Täglich lassen sich vier Millionen Quadratkilometer aufnehmen

Die Kameras sind fest auf den dreiaachsenstabilisierten Satelliten montiert und ihr Sichtfeld kann somit durch eine Rollbewegung des Trägers beliebig geschwenkt werden. Bei Aufzeichnung aller Spektralkanäle können zirka 1.500 Kilometer Streifenlänge im Datenspeicher eines Satelliten abgelegt werden. Bei Berücksichtigung der Schwadweite entspricht das einer Aufzeichnungsfläche von 115.875 km². Die Empfangsstation im norwegischen Spitzbergen ist so nördlich gelegen, dass die Satelliten bei jeder Erdumrundung im Sichtfeld der Empfangsantennen erfasst werden und so ihre Daten zum Erdboden senden können. Auf diese Weise lassen sich mit Hilfe der fünf Satelliten täglich mehr als vier Millionen km² aufnehmen. Da die Erdoberfläche aber über 500 Millionen km² groß ist, können die RapidEye Satelliten nicht jeden Punkt der Erde innerhalb von 24 Stunden ins Visier nehmen. Mit jeder Ent-



Quiscitis nullum dolorer empor-
pore verum ressim ipiciendae pro
vendit, cuptaquid magni volupta-
tur adi quunt di aliquas esend



Suez Canal in color infrared acquired by CHOROS
(RapidEye 4) Dec 27, 2008



Wadden Sea in Germany acquired by TACHYS
(RapidEye 1) April 19, 2009



The Grand Canyon in U.S. acquired by CHOMA
(RapidEye 5) on Nov 30, 2008

RapidEye Systemmerkmale im Überblick

SATELLITENMISSION

Anzahl Satelliten	5 (baugleich)
Start	29. August 2008
Startort	Baikonur, Kasachstan
Trägerrakete	DNEPR-1
Orbit	sonnensynchron, lokale Äquator-Überflugszeit 11:00 Uhr morgens, Bahnhöhe 630 km
nominale Missionsdauer	7 Jahre

SATELLITENSYSTEM

Satellitenmasse	156 kg
Satellitengröße	1,2 m x 0,8 m x 0,9 m
Satellitenkommandierung	RapidEye AG, Brandenburg
Bilddaten Empfangstation	Spitzbergen, Norwegen

NUTZLAST

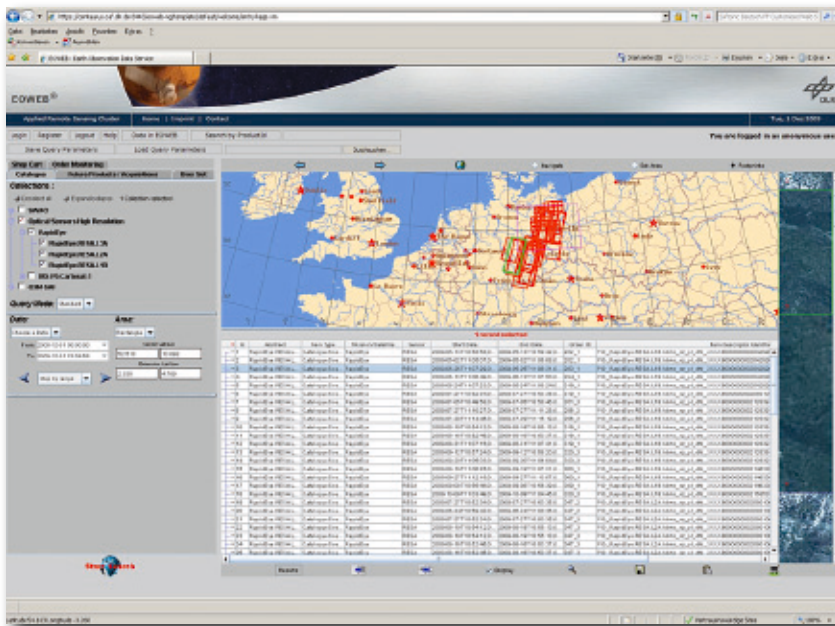
Multispektralkamera MSI (Multi-Spectral Imager)	5 Spektralkanäle (sichtbares Licht und Nah-Infrarot)
	1 440 – 510 nm (blau)
	2 520 – 590 nm (grün)
	3 630 – 685 nm (rot)
	4 690 – 730 nm („red edge“)
	5 760 – 850 nm (nahes Infrarot)
Funktionsprinzip	multispektrale Zeilenkamera
Bildzeile	12 000 CCD-Elemente
Geometrische Auflösung	6,5 m/Pixel
Schwadweite	77 km
Szenenlänge/Orbit	maximal 1 500 km
Schwenkwinkel	±25°

Aufgaben von RESA

1. Erstellen und Bereithalten der technischen Infrastruktur zur langfristigen Datenarchivierung
2. Langfristiges Archivieren, Verteilen und Bereithalten der Daten
3. Koordinieren und Optimieren der Nutzung des begrenzten Datenkontingents
4. Begutachtung (Bewerten der Projektvorschläge, Koordination der Datenanforderungen)
5. Nutzer-Information (Internetportal, Workshops)
6. Überwachen der vertraglich vereinbarten Beschränkungen zur ausschließlich wissenschaftlicher Nutzung und Nicht-Weitergabe der Daten.

Santiago de Chile acquired by CHOROS
(RapidEye-4) Jan 4, 2009





Das DLR-Nutzerportal EOWEB für die Recherche verfügbarer RapidEye-Daten im RapidEye Science Archive.

scheidung, die Kameras unter einen bestimmten Rollwinkel auf einen Punkt auf der Erdoberfläche auszurichten, können andere Punkte nicht erfasst werden.

Die Daten der RapidEye-Satelliten stellt das DLR über das RapidEye Science Archive (RESA) bereit. Wissenschaftler deutscher Bildungs- und Forschungseinrichtungen und unter bestimmten Voraussetzungen auch der Industrie können über die eigens für RESA eingerichtete Internetseite (<http://resaweb.dlr.de>) Bilddaten beantragen. Über die Zuteilung entscheiden unabhängige Gutachter. Neben dem wissenschaftlichen Mehrwert müssen Bewerber die ausschließlich wissenschaftliche Nutzung der beantragten Daten nachweisen. Die Daten stehen für Methoden- und Verfahrensentwicklungen zur Verfügung, auch für solche, die in künftigen Produkten und Dienstleistungen im privatwirtschaftlichen sowie

öffentlichen Bereich angewendet werden sollen. Eine kommerzielle Anwendungen ist durchaus auch im Sinne von RESA, allerdings sind RESA-Daten dafür nicht kostenfrei verfügbar, sie können aber direkt bei der RapidEye AG bestellt werden.

Gutachter bewerten Projektvorschläge kurzfristig

Ist ein Projektvorschlag von den Gutachtern akzeptiert, können die gewünschten Daten bei RESA angefordert werden. Liegen die Daten bereits im RapidEye Science Archive, kann der Antragsteller unmittelbar darauf zugreifen. Die Auslieferung erfolgt in der Regel innerhalb von zwei bis vier Wochen. Kann nicht auf Archivdaten zurückgegriffen werden, generiert RESA eine Aufnahme-Anforderung an RapidEye. Wann die Daten ausgeliefert werden, richtet

sich in diesem Falle danach, wie schnell es den RapidEye Satelliten gelingt, die angeforderte Aufnahme zu machen. Und das ist unter anderem eine Frage des Wetters. Da das RapidEye-System insbesondere für große Gebiete konzipiert wurde, beträgt die festgelegte Mindestgröße für eine Aufnahme-Anforderung mindestens 5.000 km².

Seit Oktober 2009 sind die Archivdaten des RESA-Projektes auch im EOWEB (webbasierten Earth Observation Data Service via Internet) verfügbar und können dort im Quick-Look-Format angesehen werden. Das EOWEB ist auch der Datenkatalog, den das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum bereitstellt, um den Zugriff auf Fernerkundungsdaten und hochwertige Fernerkundungsdatenprodukte zu ermöglichen. Dank der großen Anzahl verfügbarer Fernerkundungsdaten im RESA-Projekt können den einzelnen beantragten Projekten nun umfangreiche Datenkontingente zur Verfügung gestellt werden. So standen den bisher mehr als 30 eingereichten Projekten im Durchschnitt mehr als 60.000 km² fernerkundlich abgedeckter Flächen zur Verfügung. Davon liegen 24 Gebiete in Deutschland, weitere vier in Europa, die verbleibenden 12 Projektgebiete sind weltweit verteilt.

Autoren:

Dr. rer. nat Erik Borg obliegt im Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum des DLR in Neustrelitz leitet des Projektes RESA. Michael Oxford leitet bei der RapidEye AG die Abteilung „Engineering“

www.dlr.de/xxxxxxxxxx